

- 1 -

## United States Patent Application

By Masaki TAGOME, Hideaki MORI, Hisanori NAGASE, and Makoto GOTOU

Corresponding to the Japanese Patent Application:

No. 2003-101826 filed on April 4, 2003

## 発明の名称

モータ及びディスク装置

## 発明の背景

本発明は、P W Mセンサレス駆動を行うモータ、及びそのモータを用いたディスク装置に関するものである。

図 2 1 は従来のモータの構成を示すブロック図であり、この図 2 1 を用いて、従来のモータの動作を簡単に説明する。ロータ 1 0 1 0 は永久磁石による界磁部を有し、3 相のコイル 1 0 1 1、1 0 1 2、1 0 1 3 との相互作用により回転力を発生する。電力供給器 1 0 2 0 は、3 個ずつに上側と下側に分かれたパワートランジスタを含んで構成されている。上側と下側の各パワートランジスタは直列接続されており、その接続点に各相のコイルの一端が接続されている。上側パワートランジスタ及び下側パワートランジスタを含んで構成された電力供給器 1 0 2 0 は、コイル 1 0 1 1、1 0 1 2、1 0 1 3 への電力供給を行う。位置検出器 1 0 3 0 は各コイル 1 0 1 1、1 0 1 2、1 0 1 3 の一端の端子電圧 V 1、V 2、V 3 と他端の共通電圧 V c とを比較し、その比較結果に応動した位置検出パルス信号 F G を出力する。指令器 1 0 4 0 はロータ 1 0 1 0 を速度制御する速度指令信号 E C をスイッチング制御器 1 0 5 0 へ出力する。スイッチング制御器 1 0 5 0 は、指令器 1 0 4 0 の速度指令信号 E C に応動して、電力供給器 1 0 2 0 のパワートランジスタを高周波スイッチング動作させるための P W M 信号 W p を通電制御器 1 0 6 0 へ出力する。通電制御器 1 0 6 0 は、位置検出器 1 0 3 0 の位置検出パルス信号 F G とスイッチング制御器 1 0 5 0 の P W M 信号 W p とに応動して、コイル 1 0 1 1、1 0 1 2、1 0 1 3 への通電を制御するための通電制御信号 N 1、N 2、N 3 及び M 1、M 2、M 3 を電力供給器 1 0 2 0 へ出力する。こ

れにより、電力供給器 1020 がコイル 1011、1012、1013 に対して通電制御された電力供給を行い、ロータ 1010 は PWM センサレスで駆動される。

従来のモータにおいては、さらに、ロータ位置検出の誤動作を防止するために、高周波スイッチング動作に応じたマスク処理を行った出力信号を通電切換えのための位置検出信号として用いている。このような構成の従来のモータとしては、例えば、日本の特開平 11-4595 号公報に開示されたものがある。

上記のように構成された従来のモータにおいては、コイルの中性点が高周波スイッチング動作のオフ状態の時に、電源電圧もしくはグランド電圧に引き込まれてしまい、位置検出動作を行うことが困難であった。このような問題を解決するモータとしては、別の構成のモータ、例えば、日本の特開平 8-223970 号公報に開示されたモータがある。この従来のモータにおいては、高周波スイッチング動作のオン動作中にのみ位置検出動作を行わせていた。

しかしながら、上記のような従来のモータの構成においては次のような問題があった。従来のモータでは、位置検出器 1030 において各コイル 1011、1012、1013 の一端の端子電圧  $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3$  と共通電圧  $V_c$  とを比較して、その比較結果に応動した位置検出パルス信号  $FG$  を通電制御器 1060 へ出力し、通電制御器 1060 は位置検出パルス信号  $FG$  に応動した上側通電制御信号  $N_1$ 、 $N_2$ 、 $N_3$  及び下側通電制御信号  $M_1$ 、 $M_2$ 、 $M_3$  を電力供給器 1020 へ出力している。これにより、電力供給器 1020 はコイル 1011、1012、1013 に電力を供給し、モータのセンサレス駆動を行わせていた。したがって、起動初期において位置検出器 1030 でロータ位置を誤検出した場合、その誤検出した情報により通電制御を行って、センサレス駆動が実施されるため、従来のモータでは起動失敗を引き起こす可能性が高いという問題があった。

起動初期においてはロータ位置が不定であり、回転速度が遅いため、コイル 1011、1012、1013 に誘起される逆起電圧が小さく、ロータ位置検出を正確に行うことが困難であった。したがって、従来のモータのセンサレス駆動においては、起動失敗を起こすことがあり、大きな問題となっていた。特に、モータを PWM センサレス起動させる場合には、PWM 動作による電流変化に伴う誘

導電圧が検出相の端子電圧に重畳されるため、PWMセンサレス起動時の誘導電圧による影響を受けて、ロータ位置を誤検出してしまい、起動失敗を起こすことがあった。そのため、従来のモータにおいては、起動時において特定相にロータを引きつけて位置固定を行った後、起動させる構成の装置があった。このような構成のモータにおいては、初期位置固定のためにロータの移動時間が必要であり、起動時間が長くなるという問題があった。

#### 発明の概要

本発明は上記のような従来のモータにおける問題を解決するものであり、PWMセンサレス駆動において、PWM動作による電流変化に伴う誘導電圧の影響を考慮に入れた構成を有して、安定したPWMセンサレス駆動が可能なモータ及びこのモータを用いたディスク装置を提供することを目的とするものである。

本発明に係るモータは、

ロータと、

複数相のコイルと、

複数個の第1の駆動パワートランジスタと複数個の第2の駆動パワートランジスタとを含み、前記複数相のコイルに電力を供給する電力供給手段と、

前記複数相のコイルの端子電圧に応動して前記ロータの回転位置を検出する位置検出手段と、

前記位置検出手段の出力する位置信号に応動して前記電力供給手段による前記複数相のコイルへの通電を制御する通電制御手段と、

速度指令信号を出力する指令手段と、

前記電力供給手段の前記複数個の第1の駆動パワートランジスタと前記複数個の第2の駆動パワートランジスタの少なくとも1個の駆動パワートランジスタを前記速度指令信号に応動して高周波スイッチング動作させるスイッチング動作手段と、を具備し、

前記位置検出手段は、前記コイルの未通電相の端子電圧と前記複数相コイル共通電位の中点電圧との比較出力により得られる電圧比較信号に応動して前記ロータの回転位置を検出する検出信号と前記検出信号の論理を反転して生成された反

転検出信号とを切換えて出力する位置検出信号切換手段を備え、

前記高周波スイッチング動作のオン動作中は前記位置検出信号切換手段の出力信号を前記位置信号として用いている。

このように構成することにより、本発明のモータは、スイッチング動作のオン動作中に位置検出を行うため、PWM動作による電流変化量が正の場合にのみ位置検出を行い、その際に得られた検出信号の論理を反転した反転検出信号を位置検出信号切換手段から出力することにより、誘導電圧による起動失敗を防止することが可能となる。この結果、本発明のモータは安定したPWMセンサレス起動が可能となる。

本発明に係る前記モータは、前記位置信号に基づいて得られる前記ロータの回転速度が所定回転数を超えているか否かを判定し、前記所定回転数を超えた場合には状態判定信号を出力する状態判定手段を備え、

前記位置検出信号切換手段が、少なくとも1回の前記状態判定信号の入力により、前記ロータの回転位置を検出する検出信号と前記検出信号の論理を反転して生成された反転検出信号との切換えを行うよう構成されている。

このように構成することにより、PWMセンサレス起動させた場合の誘導電圧による影響で位置を誤検出するような状態を脱した後は、位置検出信号切換手段により前記検出信号を位置信号として、定常回転時は安定した動作が可能となる。

本発明に係る前記モータは、前記位置検出信号切換手段が、少なくとも1回の前記位置信号の入力により、前記ロータの回転位置を検出する検出信号と、前記検出信号の論理を反転して生成された反転検出信号との切換えを行うよう構成してもよい。

本発明に係る前記モータは、前記位置検出信号切換手段が、少なくとも1回の前記状態判定信号と少なくとも1回の前記位置信号を論理積した信号の入力により、前記ロータの回転位置を検出する検出信号と、前記検出信号の論理を反転して生成された反転検出信号との切換えを行うよう構成してもよい。

本発明に係る前記モータは、前記位置検出信号切換手段が、前記高周波スイッチング動作の有無を判定するスイッチング動作判定手段を備え、

少なくとも1回の前記高周波スイッチング動作が行われている場合に前記高周

波スイッチング動作判定手段から出力されるPWM動作信号と前記状態判定信号との論理積のPWM動作状態判定信号の入力により、前記ロータの回転位置を検出する検出信号と、前記検出信号の論理を反転して生成された反転検出信号との切換えを行うよう構成してもよい。

本発明に係る前記モータは、前記スイッチング動作手段が、前記高周波スイッチング動作のオフからオンへの変化時点を含む第3の所定時間と、前記高周波スイッチング動作のオンからオフへの変化時点を含む第4の所定時間とをマスク信号として出力するよう構成してもよい。

本発明に係る前記モータは、通電開始状態から第1の所定時間内に速度指令信号に応動した前記PWM動作信号が出力されない場合に、少なくとも1回の前記高周波スイッチング動作を第2の所定時間内に強制的に行わせる強制高周波スイッチング手段を備え、前記第2の所定時間が前記状態判定信号が出力されるまでに設定してもよい。

本発明に係る前記モータは、前記位置検出手段が、前記複数相のコイルの端子電圧と、前記複数相のコイルの中性点電圧または前記複数相のコイルの端子電圧から擬似的に構成した中性点電圧とを直接比較することにより前記ロータの回転位置を検出するよう構成してもよい。

本発明に係るディスク装置は、

少なくとも、ディスクから信号再生を行う、または、ディスクに信号記録を行うヘッド手段と、

少なくとも、前記ヘッド手段の出力信号を処理して再生情報信号を出力する、または、記録情報信号を信号処理して前記ヘッド手段に出力する情報処理手段と、  
前記ディスクを直接的に回転駆動させるロータと、

複数相のコイルと、

複数個の第1の駆動パワートランジスタと複数個の第2の駆動パワートランジスタとを含み、前記複数相のコイルに電力を供給する電力供給手段と、

前記複数相のコイルの端子電圧に応動して前記ロータの回転位置を検出する位置検出手段と、

前記位置検出手段の出力する位置信号に応動して前記電力供給手段による前記

複数相のコイルへの通電を制御する通電制御手段と、

速度指令信号を出力する指令手段と、

前記電力供給手段の前記複数個の第 1 の駆動パワートランジスタと前記複数個の第 2 の駆動パワートランジスタの少なくとも 1 個の駆動パワートランジスタを前記速度指令信号に応動して高周波スイッチング動作させるスイッチング動作手段と、を具備し、

前記位置検出手段は、前記コイルの未通電相の端子電圧と前記複数相コイル共通電位の中点電圧との比較出力により得られる電圧比較信号に応動して前記ロータの回転位置を検出する検出信号と、前記検出信号の論理を反転して生成された反転検出信号とを切換えて出力する位置検出信号切換手段を備え、

前記高周波スイッチング動作のオン動作中は前記位置検出信号切換手段の出力信号を前記位置信号として用いている。

このように構成することにより、本発明のディスク装置は、スイッチング動作のオン動作中に位置検出を行うため、PWM動作による電流変化量が正の場合にのみ位置検出を行い、その際に得られた検出信号の論理を反転した反転検出信号を位置検出信号切換手段から出力することにより、誘導電圧による起動失敗を防ぐことが可能となる。この結果、本発明のディスク装置においては安定した PWM センサレス起動が確実に可能となる。

本発明に係るモータおよびディスク装置の構成や動作については、実施の形態の説明において詳細に説明する。

発明の新規な特徴は添付の請求の範囲に特に記載したものに他ならないが、構成及び内容の双方に関して本発明は、他の目的や特徴と合わせて図面と共に以下の詳細な説明を読むことにより、より良く理解され評価されるであろう。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は本発明に係る実施の形態 1 のモータにおける全体構成を示すブロック図である。

図 2 は実施の形態 1 のモータにおける位置検出器 30 の構成を示すブロック図である。

図 3 は実施の形態 1 のモータにおける検出信号切換回路 3 9 A の構成を示す回路図である。

図 4 は実施の形態 1 のモータにおけるスイッチング動作器 5 0 の構成を示すブロック図である。

図 5 は実施の形態 1 のモータにおける位置検出器 3 0 の別の構成を示すブロック図である。

図 6 は実施の形態 1 のモータにおけるスイッチング動作器 5 0 の各部の動作を説明するためのタイミング図である。

図 7 は本発明に係る実施の形態 2 のモータにおける検出信号切換器 1 7 0 の構成を示すブロック図である。

図 8 は本発明に係る実施の形態 3 のモータにおける検出信号切換器 2 7 0 の別の構成を示すブロック図である。

図 9 は本発明に係る実施の形態 4 のモータにおける検出信号切換器 3 7 0 の別の構成を示すブロック図である。

図 1 0 は本発明に係る実施の形態 5 のモータの構成を示すブロック図である。

図 1 1 は実施の形態 5 のモータにおける検出信号切換器 7 0 A の構成を示すブロック図である。

図 1 2 は本発明に係る実施の形態 6 のモータの構成を示すブロック図である。

図 1 3 は実施の形態 6 のモータにおける検出信号切換器 7 0 B の構成を示すブロック図である。

図 1 4 は実施の形態 6 のモータにおける検出信号切換器 7 0 B の各部の動作を説明するためのタイミング図である。

図 1 5 は本発明に係る実施の形態 7 のモータの構成を示すブロック図である。

図 1 6 は実施の形態 7 のモータにおけるスイッチング動作器 5 0 C の構成を示すブロック図である。

図 1 7 は実施の形態 7 のモータにおけるスイッチング動作器 5 0 C の各部の動作を説明するためのタイミング図である。

図 1 8 は本発明に係る実施の形態 8 のモータの構成を示すブロック図である。

図 1 9 は実施の形態 8 のモータにおける位置検出器 3 0 A の構成を示す図であ

る。

図 20 は本発明に係る実施の形態 9 のモータの構成を示すブロック図である。

図 21 は従来のモータの構成を示すブロック図である。

図面の一部又は全部は、図示を目的とした概略的表現により描かれており、必ずしもそこに示された要素の実際の相対的大きさや位置を忠実に描写しているとは限らないことは考慮願いたい。

#### 発明の詳細な説明

以下、本発明に係る好適な実施の形態について、添付の図面を参照しながら説明する。

##### 《実施の形態 1》

図 1 から図 4 に本発明に係る実施の形態 1 のモータを示す。図 1 は実施の形態 1 のモータの構成を示すブロック図である。

図 1 において、ロータ 10 には永久磁石の発生磁束により複数極の界磁磁束を発生する界磁部が取り付けられている。3 相のコイル 11、12、13 は固定体であるステータに設けられており、各相のコイル 11、12、13 はロータ 10 との相対関係において互いに電氣的に 120 度相当ずれた位置に配置されている。各コイル 11、12、13 の一端は電力供給器 20 に接続され、他端は共通接続されている。3 相コイル 11、12、13 は 3 相の駆動電流  $I_1$ 、 $I_2$ 、 $I_3$  により 3 相磁束を発生し、ロータ 10 との相互作用によって駆動力を発生し、ロータ 10 及びこのロータ 10 に取り付けられたディスク 1 を回転させる。

電力供給源である直流電源 5 は負極端子側をアース電位とし、正極端子側に所要の直流電圧  $V_m$  を供給している。直流電源 5 の正極端子側には電流検出器 51 を介して 3 個の上側パワートランジスタ 21、22、23 の電流流入側端子が共通接続され、上側パワートランジスタ 21、22、23 の電流流出側端子にはそれぞれ 3 相コイル 11、12、13 の電力供給側端子が接続されている。また、直流電源 5 の負極端子側には第 1 の駆動パワートランジスタである 3 個の下側パワートランジスタ 25、26、27 の電流流出側端子が共通接続されており、そ



して第2の駆動パワートランジスタである下側パワートランジスタ25、26、27の電流流入側端子にはそれぞれ3相コイル11、12、13の電力供給側端子が接続されている。さらに、上側パワートランジスタ21、22、23には上側パワーダイオード21d、22d、23dがそれぞれ逆並列接続され、下側パワートランジスタ25、26、27には下側パワーダイオード25d、26d、27dがそれぞれ逆並列接続されている。なお、上側パワートランジスタ21、22、23及び下側パワートランジスタ25、26、27はNチャンネル電界効果型パワートランジスタを使用し、各Nチャンネル電界効果型パワートランジスタに逆並列接続されて形成された寄生ダイオードをそれぞれ上側パワーダイオード21d、22d、23d及び下側パワーダイオード25d、26d、27dとして使用している。

電力供給器20は上側パワートランジスタ21、22、23及び下側パワートランジスタ25、26、27、ならびに上側パワーダイオード21d、22d、23d及び下側パワーダイオード25d、26d、27dで構成される。上側パワートランジスタ21、22、23は、通電制御器60からの上側通電制御信号N1、N2、N3に応動して直流電源5の正極端子側と3相コイル11、12、13の電力供給側端子間の電力供給路を開閉動作し、3相コイル11、12、13への駆動電流I1、I2、I3の正極側電流を供給する電流路を形成する。上側通電制御信号N1、N2、N3は、スイッチング制御器52のPWM信号Wpにより各通電区間においてデジタル的なPWM信号になっている。つまり、上側パワートランジスタ21、22、23は高周波スイッチング動作を行う。下側パワートランジスタ25、26、27は、通電制御器60の下側通電制御信号M1、M2、M3に応動して直流電源5の負極端子側と3相コイル11、12、13の電力供給側端子間の電力供給路を開閉動作し、3相コイル11、12、13への駆動電流I1、I2、I3の負極側電流を供給する電流路を形成する。なお、スイッチング制御器52の構成及び動作の詳細は後述する。

位置検出器30はディスク1及びロータ10の回転位置を検出し、その検出結果に対応した位置検出パルス信号FGを出力する。図2に位置検出器30の具体的な構成を示す。位置検出器30は4個の入力抵抗31、32、33、34と3

個の電圧比較回路 35、36、37 と検出信号切換回路 39A とノイズ除去回路 38 と検出回路 39B とを具備している。

3 相コイル 11、12、13 の一端に生じる端子電圧  $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3$  及び共通接続された中点電圧  $V_c$  はそれぞれ入力抵抗 31、32、33 及び 34 を介して電圧比較回路 35、36、37 に入力される。各電圧比較回路 35、36、37 は各端子電圧  $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3$  と中点電圧  $V_c$  とを直接比較し、その比較結果に応動した電圧比較信号  $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$  をそれぞれが出力する。検出信号切換回路 39A は、電圧比較回路 35、36、37 からの電圧比較信号  $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$  とそれらを論理的に反転した信号のいずれかを選択して、切換信号  $C_1S$ 、 $C_2S$ 、 $C_3S$  を出力する。なお、検出信号切換回路 39A の構成及び動作の詳細は後述する。位置検出器 30 における検出信号の切換えには検出信号切換器 70 の出力信号である状態判定信号  $NS$  を用いる。検出信号切換器 70 は、位置検出パルス信号  $FG$  を用いてディスク 1 及びロータ 10 の状態判定を行い、ディスク 1 及びロータ 10 の状態を示す状態判定信号  $NS$  を出力する。

検出信号切換回路 39A の具体的な回路構成を図 3 を用いて説明する。図 3 は検出信号切換回路 39A の具体的な構成を示す回路図である。

検出信号切換回路 39A は比較結果に応動した電圧比較信号  $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$  からインバータ回路 301、302、303 を介し電圧比較反転信号  $C_1-$ 、 $C_2-$ 、 $C_3-$  を生成する。また、状態判定信号  $NS$  からインバータ回路 300 を介し状態判定反転信号  $NS-$  を生成する。

次に、状態判定信号  $NS$  と電圧比較信号  $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$ 、又は状態判定反転信号  $NS-$  と電圧比較反転信号  $C_1-$ 、 $C_2-$ 、 $C_3-$  の各々の信号が論理積ゲート回路 304、305、306、307、308、309 に入力されて、論理積の演算処理が行われる。論理積ゲート回路 304、305、306、307、308、309 からの各信号は所定の論理和ゲート回路 310、311、312 に出力される。各論理和ゲート回路 310、311、312 においては、2 つの論理積ゲート回路 304 と 305、306 と 307、308 と 309 のそれぞれの出力を加算する。各論理和ゲート回路 310、311、312 により加算されて形成された 3 つの出力が切換信号  $C_1S$ 、 $C_2S$ 、 $C_3S$  として検出信号切換

回路 3 9 A へ入力される。

ノイズ除去回路 3 8 は検出信号切換回路 3 9 A の切換信号 C 1 S、C 2 S、C 3 S に含まれる高周波スイッチング動作に伴うスイッチングノイズのノイズ除去を行い、ノイズ除去後電圧比較信号 C 1 R、C 2 R、C 3 R を出力する。なお、ノイズ除去にはスイッチング制御器 5 2 のマスク信号 W<sub>m</sub> を用いる。マスク信号 W<sub>m</sub> については後述する。

次に、位置検出器 3 0 の検出回路 3 9 B は、ノイズ除去回路 3 8 のノイズ除去後電圧比較信号 C 1 R、C 2 R、C 3 R と通電制御器 6 0 の検出ウィンドウ信号 W I N 1 ~ 6 が入力されて、ディスク 1 及びロータ 1 0 の位置検出を行うための位置検出パルス信号 F G だけを出力する。すなわち、検出回路 3 9 B は、ディスク 1 及びロータ 1 0 の位置検出の結果に対応した位置検出パルス信号 F G を出力する。位置検出パルス信号 F G は指令器 4 0 と通電制御器 6 0 と検出信号切換器 7 0 に入力される。

なお、位置検出器 3 0 の構成においては、図 5 に示すように、ノイズ除去回路 3 8 と検出信号切換回路 3 9 A の回路配置を交代させてもよい。このようにノイズ除去回路 3 8 と検出信号切換回路 3 9 A を交代させた構成においても、位置検出器 3 0 の各回路は先に説明した位置検出器 3 0 の各回路と同じ動作を行い、実質的に同等の効果を有する。

以下、位置検出器 3 0 の検出回路 3 9 B に入力される検出ウィンドウ信号 W I N 1 ~ 6 について説明する。

検出ウィンドウ信号 W I N 1 ~ 6 は通電制御器 6 0 の出力信号であり、それぞれ未通電相における 3 相コイル 1 1、1 2、1 3 に誘起される逆起電圧の立ち上がり及び立ち下がりゼロクロス検出用ウィンドウに対応している。例えば、検出ウィンドウ信号 W I N 1 はコイル 1 1 の逆起電圧の立ち上がりゼロクロス検出用ウィンドウとなり、検出ウィンドウ信号 W I N 2 はコイル 1 3 の逆起電圧の立ち下がりゼロクロス検出用ウィンドウとなり、検出ウィンドウ信号 W I N 3 はコイル 1 2 の逆起電圧の立ち上がりゼロクロス検出用ウィンドウとなる。このように検出ウィンドウ信号 W I N 1 ~ 6 は電気角で 6 0 度づつ位相がずれた信号となる。

指令器 40 はディスク 1 及びロータ 10 の回転速度を所定速度に速度制御する速度制御回路を含んで構成され、位置検出器 30 からの位置検出パルス信号 FG によりディスク 1 及びロータ 10 の回転速度を検出し、目標回転速度との差に応動した速度指令信号 Ac をスイッチング制御器 52 に出力する。

図 1 に示すように、スイッチング動作器 50 は電流検出器 51 とスイッチング制御器 52 を含んで構成されている。図 4 はスイッチング動作器 50 の具体的な構成を示すブロック図である。電流検出器 51 は電流検出抵抗 110 を含んで構成され、直流電源 5 の正極端子側から上側パワートランジスタ 21、22、23 を介して 3 相コイル 11、12、13 に供給される通電電流 Vm または供給電流に比例した電流検出信号 Ad を出力する。スイッチング制御器 52 は、電流検出器 51 の電流検出信号 Ad と指令器 40 からの速度指令信号 Ac との比較を行い、その比較結果に応動した PWM リセット信号 Pr を形成し、その PWM リセット信号 Pr に応動した PWM 信号 Wp とマスク信号 Wm を出力する。PWM 信号 Wp は通電制御器 60 に入力され、マスク信号 Wm は位置検出器 30 のノイズ除去回路 38 に入力される。PWM 信号 Wp は電力供給器 20 の上側パワートランジスタ 21、22、23 及び下側パワートランジスタ 25、26、27 を高周波スイッチング動作 (PWM 動作) させる信号となる。

なお、実施の形態 1 のモータにおいては、電流検出器 51 を直流電源 5 の正極端子側と上側パワートランジスタ 21、22、23 との間に設けた構成としているが、直流電源 5 の負極端子側と下側パワートランジスタ 25、26、27 との間に設けた構成としても同様の効果を奏する。

図 4 に示すように、スイッチング制御器 52 は比較回路 111 と基準トリガ発生回路 112 と PWM 信号作成回路 113 とマスク信号作成回路 116 とを含んで構成される。比較回路 111 は電流検出器 51 の電流検出信号 Ad と指令器 40 の速度指令信号 Ac との比較を行い、その比較結果に応動した PWM リセット信号 Pr を出力する。具体的には、電流検出信号 Ad が速度指令信号 Ac よりも大きくなると PWM リセット信号 Pr は “L” レベルから “H” レベルに状態変化する。基準トリガ発生回路 112 は一定周期 Tp で基準トリガ信号 Ps を出力する回路である。具体的に周波数  $1/Tp$  は、20 kHz ~ 500 kHz の値で

ある。PWM信号作成回路113は比較回路111のPWMリセット信号Prと基準トリガ発生回路112の基準トリガ信号PsによりPWM信号Wpを出力する。図6に基準トリガ信号PsとPWMリセット信号PrとPWM信号Wpの関係を示す。PWM信号Wpは一定周期Tpの基準トリガ信号Psの立ち上がりエッジで“H”レベルに状態変化し、PWMリセット信号Prの立ち上がりエッジによって“L”レベルに状態変化する。このように、PWM信号Wpは電流検出信号Adと速度指令信号Acとの比較結果に応動したPWM信号となる。つまり、基本PWM信号Wbは指令器40からの速度指令信号Acに応動してデューティが変更されたPWM信号である。具体的には、目標回転速度に対してディスク1及びロータ10の実回転速度が遅い場合、指令器40の速度指令信号Acは大きくなり、PWM信号Wpのオンデューティも大きくなる。また、逆に目標回転速度に対してディスク1及びロータ10の実回転速度が早い場合、指令器40の速度指令信号Acは小さくなり、PWM信号Wpのオンデューティも小さくなる。また、目標回転速度とディスク1及びロータ10の実回転速度がほぼ等しい場合、指令器40の速度指令信号Acは目標回転速度に対応した値となり、PWM信号Wpのオンデューティもほぼ目標回転速度に対応した値となる。

以上のように、実施の形態1のモータにおいては、指令器40が位置検出器30の位置検出パルス信号FGからディスク1及びロータ10の回転速度を検出し、目標回転速度との差に応動した速度指令信号Acを出力する。そして、実施の形態1のモータは、その速度指令信号Acに応動してPWM信号Wpのオンデューティを変更させることにより、ディスク1及びロータ10の速度制御が行われている。

通電制御器60は位置検出器30の位置検出パルス信号FGに応動した上側通電制御信号N1、N2、N3及び下側通電制御信号M1、M2、M3を出力し、電力供給器20の上側パワートランジスタ21、22、23及び下側パワートランジスタ25、26、27の3相コイル11、12、13への通電制御を行う。上側通電制御信号N1、N2、N3にはスイッチング制御器52のPWM信号Wpが論理合成されている。上側通電制御信号N1、N2、N3（PWM信号Wp）により上側パワートランジスタ21、22、23は高周波スイッチング動作

(PWM動作)を行い、下側通電制御信号M1、M2、M3により下側パワートランジスタ25、26、27はフルオン動作を行う。

具体的に説明すると、コイル11からコイル12への通電制御がなされている場合、上側パワートランジスタ21が上側通電制御信号N1(PWM信号Wp)により高周波スイッチング動作(PWM動作)を行い、下側パワートランジスタ26が下側通電制御信号M2によりフルオン動作を行っている。上側パワートランジスタ21がPWM信号Wpによりオン動作している時、上側パワートランジスタ21は直流電源5の正極側端子からコイル11に正極側電流を供給し、下側パワートランジスタ26は直流電源5の負極側端子からコイル12に負極側電流を供給している。次に、PWM信号Wpがオフするとコイル11に流れていた正極側電流はコイル12のインダクタンス作用により流れ続けようとするため、同一相の下側パワーダイオード25dによりコイル11に正極側電流を供給する。

実施の形態1のモータにおいては、以上のようにPWMセンサレス駆動が行われる。また、先にも説明したように通電制御器60は位置検出器30の位置検出パルス信号FGに応動した検出ウィンドウ信号WIN1~6を出力している。

一般に、従来のモータのセンサレス駆動においては、ディスク1及びロータ10の回転位置を検出する必要があるため、未通電相区間、つまり、電力供給器20における同相の上下パワートランジスタがオフ状態の区間を設け、その区間で該当するコイルに誘起される逆起電圧のゼロクロス検出を行って、モータのセンサレス駆動が行われていた。しかし、起動初期はロータ位置が不定であり、回転速度が遅いため、3相コイル11、12、13に誘起される逆起電圧は小さく、位置検出が困難であった。そのため、従来のモータにおけるセンサレス駆動では起動失敗を起こすことがあり問題であった。特に、モータをPWM駆動させる場合には、PWM動作による電流変化に伴う誘導電圧が検出相の端子電圧に重畳されており、従来のモータにおいてPWMセンサレス起動させる場合、誘導電圧による影響で位置を誤検出し、起動失敗を起こすことがあった。このように、PWM動作には電流変化に伴う誘導電圧が発生しており、特に起動初期においては誘導電圧が位置検出に対して大きな影響を与えていた。

以下、モータのPWMセンサレス起動において生じる誘導電圧について説明す

る。ここで誘導電圧とはPWM動作による電流変化に伴い発生する電圧である。この誘導電圧について実施の形態1のモータを用いて具体的に説明すると、図1の電力供給器20において、上側パワートランジスタ21をPWM動作させ、下側パワートランジスタ27をフルオン動作させる。この動作状態はコイル11からコイル13への通電状態であり、検出相はコイル12となる。通常、モータが回転していない場合には共通接続された中点電圧 $V_c$ と検出相（コイル12）の端子電圧 $V_2$ は等しくなり、その差電圧は0となるはずである。しかしながら、モータにPWM動作を行わせると、中点電圧 $V_c$ に対して検出相の端子電圧 $V_2$ にはPWM動作特有の現象である誘導電圧が重畳される。誘導電圧はPWM動作による電流変化に伴い発生する電圧であるが、電流変化量が正の場合と負の場合とではその特性は逆極性になる。また、電流変化量に対しても誘導電圧の大きさは変化する。

従来のモータにおけるディスク及びロータの起動方法としては、起動開始前に特定相にディスク及びロータを引きつけ、位置固定を行った後に起動させる方法があった。このように初期位置固定を行ってから起動させると安定したセンサレス起動が可能であるが、初期位置固定に要する時間が長くなるため、従来のモータにおいては、起動初期では強制同期駆動を行い、その後センサレス駆動に切り換える起動方法が多く用いられていた。

本発明に係る実施の形態1のモータのように電流検出器51により3相コイル11、12、13の駆動電流のピーク値制御を行う構成では、起動開始直後のPWMのオンデューティは大きく、ほぼ100%である。つまり、起動開始直後にはほとんどPWM動作のオン区間で位置検出を行う状態である。この場合、検出相の端子電圧にはPWM動作による正の電流変化に伴う誘導電圧が重畳され、その影響で位置を誤検出し、起動失敗を起こすおそれがあった。

そこで、実施の形態1のモータにおいては、起動開始時以外ではPWM動作のオン区間で位置検出を行う構成とし、起動開始時には位置信号として検出した信号の論理を反転した反転検出信号を用いる構成にした。具体的には、位置検出器30に検出信号切換回路39Aを設け、起動開始時には検出信号切換回路39Aから反転検出信号を出力させ、位置検出器30においてオン区間でのみ位置検出

を行う構成とした。これにより、オン区間でのみ位置検出動作を行い、起動開始時に検出信号を論理的に反転して位置信号として用いる構成であるため、擬似的にPWM動作による負の電流変化における位置検出を行うこととなる。したがって、この時の誘導電圧特性は起動失敗を起こしていたPWM動作による正の電流変化に伴う誘導電圧特性に対して逆極性となる。このように構成することにより、実施の形態1のモータでは安定したPWMセンサレス起動が可能となる。さらに、状態判定信号NSに応動して、起動開始後に位置信号を反転検出信号から検出信号に切換えることにより安定したPWMセンサレス動作が可能となる。

なお、本発明に係る実施の形態1のモータのPWMセンサレス駆動制御において、オン区間をAとし、オン後の第1の所定時間を $T_a$ とすると、オン区間Aは第1の所定時間 $T_a$ よりも長い時間( $A > T_a$ )であればどのような時間でもよい。実施の形態1のモータの構成においては、その他、本発明の趣旨を変えずに種々の変更が可能であり、そのような構成は本発明に含まれることはいうまでもない。

実施の形態1のモータにおいては、電力供給器20が電力供給手段であり、位置検出器30が位置検出手段であり、指令器40が指令手段であり、スイッチング動作器50がスイッチング動作手段である。また、通電制御器60が通電制御手段であり、検出信号切換回路39Aが位置検出信号切換手段であり、検出信号切換器70が状態判定手段である。

## 《実施の形態2》

以下、本発明に係る実施の形態2のモータについて説明する。実施の形態2のモータは前述の実施の形態1のモータと実質的に同じ構成を有しており、実施の形態2はモータにおける状態判定手段である検出信号切換器の具体的な構成を示している。図7は実施の形態2のモータにおける検出信号切換器の構成を示すブロック図である。実施の形態2の説明において、実施の形態1と同じ機能、構成を有する要素には同じ符号を付し、その説明は省略する。

実施の形態2のモータにおける状態判定手段である検出信号切換器170について図7を参照して説明する。検出信号切換器170はカウンタ回路171とラ



ッチ回路 172 とを備えている。カウンタ回路 171 には位置検出パルス信号 FG が入力され、この位置検出パルス信号 FG に応動してディスク 1 及びロータ 10 の回転速度データが順次出力される。次に、回転速度データの中の所定の回転速度（回転数）を示す回転速度データの出力がラッチ回路 172 に少なくとも 1 回入力されたとき、ラッチ回路 172 は状態判定信号 NS を出力するよう構成されている。

検出信号切換器 170 は、上記のように構成されているため、実施の形態 2 のモータにおいては、検出信号切換器 170 の誤動作等による誤った状態での位置信号の切換えを確実に防止でき、安定した PWM センサレス起動が可能となる。また、実施の形態 2 のモータにおいては、状態判定信号 NS に応動して位置信号を反転検出信号から検出信号に切換えることにより安定した PWM センサレス動作が可能となる。

なお、実施の形態 2 のモータにおいて、ディスク 1 及びロータ 10 の状態判定は位置検出パルス信号 FG を用いて判定を行う構成に限定されず、その他の構成でディスク 1 及びロータ 10 の状態判定を行ってもよい。

上記の実施の形態 2 のモータにおいては、回転速度データの中の所定の回転速度（回転数）を用いてラッチ回路 172 が状態判定信号 NS を出力するよう構成されており、この回転速度はロータの逆起電圧の最大値が相互インダクタンスによる最大発生電圧よりも大きくなる回転数に設定することが効果的である。

### 《実施の形態 3》

以下、本発明に係る実施の形態 3 のモータについて説明する。図 8 は実施の形態 3 のモータにおける状態判定手段である検出信号切換器の構成を示すブロック図である。実施の形態 3 のモータは前述の実施の形態 1 のモータと検出信号切換器 70 以外の構成が実質的に同じであり、検出信号切換器 70 の代わりに図 8 に示した検出信号切換器 270 が設けられている。したがって、実施の形態 3 の説明において、実施の形態 1 と同じ機能、構成を有する要素には同じ符号を付し、その説明は省略する。

実施の形態 3 のモータにおける状態判定手段である検出信号切換器 270 につ

いて図 8 を用いて説明する。

図 8 に示すように、検出信号切換器 270 はラッチ回路 273 を具備している。このラッチ回路 273 には位置検出器 30 からの位置検出パルス信号 F G が入力され、少なくとも 1 回の位置検出パルス信号 F G が入力されたときに、状態判定信号 N S を位置検出器 30 に出力する構成となっている。

実施の形態 3 のモータにおいては、検出信号切換器 270 を用いることにより、安定な P W M センサレス起動を行った後、ディスク 1 及びロータ 10 の回転速度に依存しない状態判定信号 N S に応動して位置信号が反転検出信号から検出信号に切換えられる。これにより、実施の形態 3 のモータは、安定した P W M センサレス動作を行うことが可能となる。

#### 《実施の形態 4》

以下、本発明に係る実施の形態 4 のモータについて説明する。図 9 は実施の形態 4 のモータにおける状態判定手段である検出信号切換器の構成を示すブロック図である。実施の形態 4 のモータは前述の実施の形態 1 のモータと検出信号切換器 70 以外の構成が実質的に同じであり、検出信号切換器 70 の代わりに図 9 に示した検出信号切換器 370 が設けられている。したがって、実施の形態 4 の説明において、実施の形態 1 と同じ機能、構成を有する要素には同じ符号を付し、その説明は省略する。

実施の形態 4 のモータにおける状態判定手段である検出信号切換器 370 について図 9 を用いて説明する。

図 9 に示すように、検出信号切換器 370 はカウンタ回路 371 と第 1 のラッチ回路 372 と第 2 のラッチ回路 373 と論理積ゲート回路 374 とを具備している。カウンタ回路 371 と第 2 のラッチ回路 373 には位置検出パルス信号 F G が位置検出器 30 から入力される。カウンタ回路 371 が出力する回転速度データの中で、所定の回転速度（回転数）を示す信号が第 1 のラッチ回路 372 に少なくとも 1 回入力されたとき、第 1 のラッチ回路 372 は第 1 の状態判定信号 N S 1 を論理積ゲート回路 374 に出力する。第 2 のラッチ回路 373 は、位置検出器 30 から少なくとも 1 回の位置検出パルス信号 F G が入力されたとき、第

2の状態判定信号NS 2を論理積ゲート回路374に出力する。論理積ゲート回路374は、第1の状態判定信号NS 1と第2の状態判定信号NS 2が入力され、論理積の演算処理を行い、その結果を状態判定信号NSとして出力する。

実施の形態4のモータにおいては、検出信号切換器370の2つのラッチ回路372、373の論理積を用いることにより、安定なPWMセンサレス起動が確実に行われた後、ディスク1及びロータ10の回転速度に依存しない状態判定信号NSに反応して位置信号が反転検出信号から検出信号に切換えられる。これにより、実施の形態4のモータは、安定したPWMセンサレス動作を確実に行うことが可能となる。

#### 《実施の形態5》

以下、本発明に係る実施の形態5のモータについて説明する。図10は実施の形態5のモータの構成を示すブロック図である。図11は実施の形態5のモータにおける検出信号切換器の構成を示すブロック図である。実施の形態5のモータは前述の実施の形態1のモータとスイッチング制御器52と検出信号切換器70以外の構成が実質的に同じであり、検出信号切換器70の代わりに図11に示した検出信号切換器70Aが設けられている。また、実施の形態5におけるスイッチング制御器52Aは、図4に示した実施の形態1におけるスイッチング制御器52の構成を有してPWM信号Wpを通電制御器60と検出信号切換器70Aに出力するよう構成されており、検出信号切換器70Aから出力されたPWM動作状態判定信号NSoは位置検出器30に入力されるよう構成されている。実施の形態5の説明において、実施の形態1と同じ機能、構成を有する要素には同じ符号を付し、その説明は省略する。

図11に示すように、実施の形態5における検出信号切換器70Aは、カウンタ回路71Aとラッチ回路72Aと高周波スイッチング動作判定回路74Aと論理積ゲート回路75Aとを具備している。カウンタ回路71Aには位置検出器30の位置検出パルス信号FGが入力され、回転速度データを順次出力する。ラッチ回路72Aは回転速度データの中の所定の回転速度を示す信号が少なくとも1回入力されたとき、状態判定信号NSを論理積ゲート回路75Aに出力する。

高周波スイッチング動作判定回路 74A は、少なくとも 1 回の PWM 信号  $W_p$  がスイッチング制御器 52A から入力されたとき、PWM 動作信号  $W_o$  を “H” レベルの状態 で論理積ゲート回路 75A に出力する。次に、論理積ゲート回路 75A は、状態判定信号  $NS$  と PWM 動作信号  $W_o$  が入力されて論理積の演算処理を行い、その演算結果が PWM 動作状態判定信号  $NS_o$  として出力される。この PWM 動作状態判定信号  $NS_o$  は、検出信号切換器 70A の出力として位置検出器 30 とスイッチング制御器 52A に入力される。

上記のように構成された実施の形態 5 のモータにおいて、PWM センサレスの起動時に高周波スイッチング動作が実施されていない場合には、PWM 動作特有の現象である誘導電圧が発生しない。このため、実施の形態 5 のモータにおいて、位置検出器 30 の中で PWM 動作特有の現象である誘導電圧を考慮した動作は停止される。一方、PWM センサレスの起動時において高周波スイッチング動作が実施されている場合には、位置検出器 30 の中で PWM 動作特有の現象である誘導電圧を考慮した動作が実施される。したがって、実施の形態 5 のモータにおいては、高周波スイッチング動作の実施に無関係に安定したセンサレス起動を行うことが可能となる。

なお、実施の形態 5 のモータにおいては、スイッチング動作器 50A がスイッチング動作手段であり、検出信号切換器 70A が状態判定手段である。

#### 《実施の形態 6》

以下、本発明に係る実施の形態 6 のモータについて説明する。図 12 は実施の形態 6 のモータの構成を示すブロック図である。図 13 は実施の形態 6 のモータにおける検出信号切換器の構成を示すブロック図である。実施の形態 6 のモータは前述の実施の形態 1 のモータとスイッチング制御器 52 と検出信号切換器 70 以外の構成が実質的に同じであり、検出信号切換器 70 の代わりに図 13 に示した検出信号切換器 70B が設けられている。また、実施の形態 6 におけるスイッチング制御器 52B は、図 4 に示した実施の形態 1 におけるスイッチング制御器 52 の構成を有して PWM 信号  $W_p$  を通電制御器 60 と検出信号切換器 70B に出力するよう構成されている。検出信号切換器 70B から出力された状態判定信

号NSは位置検出器30に入力され、検出信号切換器70Bから出力された強制スイッチング信号W<sub>k</sub>はスイッチング制御器52BのPWM信号作成回路113（図4参照）に入力されるよう構成されている。実施の形態6の説明において、実施の形態1と同じ機能、構成を有する要素には同じ符号を付し、その説明は省略する。

実施の形態6のモータにおける検出信号切換器70Bは、カウンタ回路71Bとラッチ回路72Bと高周波スイッチング動作判定回路74Bと強制高周波スイッチング回路76Bとインバータ回路77Bと論理積ゲート回路78Bとを具備している。カウンタ回路71Bには位置検出器30からの位置検出パルス信号FGが入力され、回転速度データを順次出力する。ラッチ回路72Bは回転速度データの中の所定の回転速度を示す信号が少なくとも1回入力されたとき、状態判定信号NSを出力する。この状態判定信号NSが誘導電圧に影響されない通常のスイッチング動作時の検出信号切換器70Bの出力となる。

一方、高周波スイッチング動作判定回路74Bは、第1の所定時間T<sub>s</sub>の間に、スイッチング制御器52Bから少なくとも1回のPWM信号W<sub>p</sub>も入力されていないとき、高周波スイッチング動作判定回路74BはPWM動作信号W<sub>o</sub>を“H”レベルに維持して強制高周波スイッチング回路76Bに出力する。次に、第1の所定時間T<sub>s</sub>の間に少なくとも1回のPWM信号W<sub>p</sub>が入力されたとき、高周波スイッチング動作判定回路74Bは強制高周波スイッチング回路76Bに“L”レベルのPWM動作信号W<sub>o</sub>を出力する。強制高周波スイッチング回路76Bに“H”レベルのPWM動作信号W<sub>o</sub>が入力されると、強制高周波スイッチング回路76Bは、強制スイッチング信号W<sub>s</sub>として一定周期T<sub>p</sub>で“H”レベルと“L”レベルとを繰り返す信号を論理積ゲート回路78Bに出力する。なお、第1の所定時間T<sub>s</sub>を示す信号は、起動開始と同時に判定時間カウンタ回路にてカウントされ、その出力信号（T<sub>s</sub>）が高周波スイッチング動作判定回路74Bに入力されるよう構成されている。

論理積ゲート回路78Bには、状態判定信号NSがインバータ回路77Bにより変換された信号と強制スイッチング信号W<sub>s</sub>とが入力される。論理積ゲート回路78Bは、第2の所定時間T<sub>k</sub>の間、強制スイッチング信号W<sub>s</sub>を強制スイッ

チング信号 $W_k$ として出力する。ラッチ回路72Bから出力される状態判定信号NSは、第2の所定時間 $T_k$ の間、Lレベルであるため、強制スイッチング信号 $W_k$ が検出信号切換器70Bの出力となる。なお、第2の所定時間 $T_k$ とは、第1の所定時間 $T_s$ 経過後、若しくは少なくとも1回のPWM信号 $W_p$ が入力された後から、状態判定信号NSが“H”レベルになるまでの期間をいう。

以下、実施の形態6のモータにおける具体的な動作を図14を用いて説明する。実施の形態6のモータでは、スイッチング動作を示すPWM信号 $W_p$ が高周波スイッチング動作判定回路74Bに入力されなければ、高周波スイッチング動作判定回路74BはPWM動作信号 $W_o$ を“L”レベルに維持する。PWM動作信号 $W_o$ が“L”レベルに維持された状態が第1の所定時間 $T_s$ の間継続した場合、強制高周波スイッチング回路76Bから強制スイッチング信号 $W_s$ が一定周期 $T_p$ を有して“H”レベルと“L”レベルとを繰り返す信号が出力される。この強制スイッチング信号 $W_s$ は、PWM動作特有の現象である誘導電圧に影響されない状態と判定されるまで継続して出力される。すなわち、PWM動作特有の現象である誘導電圧に影響されない状態を示す状態判定信号NSが出力されるまでの第2の所定時間 $T_k$ の間、強制スイッチング信号 $W_s$ は継続して出力される。

実施の形態6のモータは、上記のように構成されているため、PWMセンサレスの起動時において高周波スイッチング動作が実施されていない場合には、一定期間強制スイッチング信号 $W_k$ により強制的な高周波スイッチング動作を行い、その高周波スイッチング動作に応じた位置検出動作を実施するよう構成されている。これにより、本発明に係る実施の形態6のモータは、安定したセンサレス起動が可能となる。

なお、実施の形態6のモータにおいては、スイッチング動作器50Bがスイッチング動作手段であり、検出信号切換器70Bが状態判定手段である。

#### 《実施の形態7》

以下、本発明に係る実施の形態7のモータについて説明する。図15は実施の形態7のモータの構成を示すブロック図である。図16は実施の形態7のモータにおけるスイッチング動作器50Cの構成を示すブロック図である。実施の形態

7のモータは前述の実施の形態1におけるスイッチング制御器52と検出信号切換器70以外の構成が実質的に同じであり、スイッチング制御器52の代わりに図16に示したスイッチング制御器52Cが設けられている。また、実施の形態7における検出信号切換器70Cは、状態判定信号NSを位置検出器30とスイッチング制御器52Cのマスク信号作成回路116Cに入力されるよう構成されている。実施の形態7の説明において、実施の形態1と同じ機能、構成を有する要素には同じ符号を付し、その説明は省略する。

スイッチング動作器50Cは、電流検出器51とスイッチング制御器52Cで構成される。基本的な構成は実施の形態1のスイッチング動作器50とほぼ同じである。

図16に示すように、スイッチング制御器52Cは比較回路111と基準トリガ発生回路112とPWM信号作成回路113とマスク信号作成回路116Cとを含んで構成されている。スイッチング制御器52Cにおいてマスク信号作成回路116C以外の回路は図4に示したスイッチング制御器52と同じである。マスク信号作成回路116Cには、PWM信号作成回路113からのPWM信号Wpが入力されると共に、検出信号切換器70Cからの状態判定信号NSが入力される。マスク信号作成回路116Cは、位置検出器30のノイズ除去回路38にマスク信号Wmを出力する。マスク信号Wmが入力された位置検出器30のノイズ除去回路38は、電圧比較信号C1、C2、C3に重畳した高周波スイッチング動作に伴うスイッチングノイズを除去する。マスク信号Wmの“H”レベル区間が高周波スイッチングノイズをマスクする区間であり、マスク信号Wmの“L”レベル区間が位置検出可能な区間となる。

以下、実施の形態7のモータにおけるスイッチング動作器50Cの具体的な動作を図17を用いて説明する。

実施の形態7のモータにおいて、図17に示すように、状態判定信号NSが“L”レベルでは、マスク信号WmはPWM信号Wpのオン区間以外を全てマスクし、さらにPWM信号Wpのオン後の第3の所定時間Taをマスクする。状態判定信号NSが“H”レベルでは、PWM信号Wpのオン後の第3の所定時間Taをマスクするとともに、PWM信号Wpのオフ後の第4の所定時間Tbをマスク

する。

したがって、図 17 に示すように、ディスク 1 及びロータ 10 の回転位置検出可能区間は、状態判定信号 NS が “L” レベルでは、例えば、PWM 信号 W<sub>p</sub> のオン区間 A から第 3 の所定時間 T<sub>a</sub> を除いた区間 X のみとなる。また、状態判定信号 NS が “H” レベルでは、例えば、PWM 信号 W<sub>p</sub> のオン区間 A から第 3 の所定時間 T<sub>a</sub> を除いた区間 X、及び PWM 信号 W<sub>p</sub> のオフ区間 B から第 4 の所定時間 T<sub>b</sub> を除いた区間 Y が、回転位置検出可能区間となる。

以上のように、実施の形態 7 のモータにおいて、状態判定信号 NS に応動して、ディスク 1 及びロータ 10 の回転位置検出区間を切換えることにより、状態判定信号 NS が “H” レベルとなった後は回転位置検出区間が増すことによる位置誤差の少ない PWM センサレス動作が可能となる。

なお、実施の形態 7 のモータにおいては、スイッチング動作器 50C がスイッチング動作手段であり、検出信号切換器 70C が状態判定手段である。

#### 《実施の形態 8》

以下、本発明に係る実施の形態 8 のモータについて説明する。図 18 は実施の形態 8 のモータの構成を示すブロック図である。図 19 は実施の形態 8 のモータにおける位置検出器 30A の構成を示すブロック図である。実施の形態 8 のモータは、前述の実施の形態 1 における位置検出器 30 以外の構成が実質的に同じであり、実施の形態 8 における位置検出器 30A は図 19 に示す構成を有している。前述の実施の形態 1 のモータにおいては、3 相コイル 11、12、13 の一端に生じる端子電圧 V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>、V<sub>3</sub> とそれぞれの他端が共通接続された中点電圧 V<sub>c</sub> とを位置検出器 30 に入力し、位置検出器 30 においてディスク 1 及びロータ 10 の回転位置の検出を行う構成であった。実施の形態 8 のモータでは、3 相コイル 11、12、13 の各端子電圧 V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>、V<sub>3</sub> のみを位置検出器 30A に入力し、位置検出器 30A においてディスク 1 及びロータ 10 の回転位置の検出を行っている点が実施の形態 1 の構成と異なる。実施の形態 8 の説明において、実施の形態 1 と同じ機能、構成を有する要素には同じ符号を付し、その説明は省略する。



図 19 に示した実施の形態 8 における位置検出器 30 A の具体的な構成について説明する。位置検出器 30 A において、3 相コイル 11、12、13 の一端に生じた端子電圧  $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3$  は、各入力抵抗 31、32、33 を介して各電圧比較回路 35、36、37 の一方の入力端子に入力される。各電圧比較回路 35、36、37 の他方の入力端子には、3 相コイル 11、12、13 の一端に生じた端子電圧  $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3$  から擬似的に作成された疑似中点電圧  $V_{ci}$  が入力される。疑似中点電圧  $V_{ci}$  は、3 相コイル 11、12、13 の一端に生じる端子電圧  $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3$  にそれぞれ抵抗 34 A、34 B、34 C を接続し、抵抗 34 A、34 B、34 C の一端を共通接続することにより作成する。電圧比較回路 35、36、37 は 3 相コイル 11、12、13 の一端に生じる端子電圧  $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3$  と疑似中点電圧  $V_{ci}$  との直接比較を行う。電圧比較回路 35、36、37 以降の回路構成は、前述の実施の形態 1 の位置検出器 30 と同じである。

以上のように、本発明に係る実施の形態 8 のモータにおいては、3 相コイル 11、12、13 の一端に生じた端子電圧  $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3$  のみを用いてディスク 1 及びロータ 10 の回転位置を検出する構成により、安定した PWM センサレス動作を行うことが可能となる。

実施の形態 8 のモータにおいては、位置検出器 30 A には 3 相コイル 11、12、13 の一端に生じる各端子電圧  $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3$  が入力され、他方の中点電圧が入力されない構成であるため、前述の実施の形態 1 のモータと比較して、位置検出器への入力ラインを 1 つ削減できるという効果を有する。すなわち、実施の形態 8 においては、3 相コイルの中点電圧から位置検出器への配線 1 本と位置検出器の入力端子 1 個を削減できる。

なお、実施の形態 8 のモータにおいては、実施の形態 1 のモータと同じ動作を行い、起動開始時には検出信号切換回路 39 A から反転検出信号を出力し、位置検出器 30 A はオン動作中にのみディスク 1 及びロータ 10 の回転位置の検出を行う構成である。そのため、実施の形態 8 のモータは、安定した PWM センサレス起動が可能となる。

なお、実施の形態 7 のモータにおいては、スイッチング動作器 50 C がスイッ

チング動作手段であり、検出信号切換器 70 C が状態判定手段である。

その他、本発明の趣旨を変えずして種々の変更が可能であり、そのように変更した構成は本発明に含まれることはいうまでもない。

#### 《実施の形態 9》

以下、本発明に係る実施の形態 9 のディスク装置について説明する。図 20 は実施の形態 9 のディスク装置の構成を示すブロック図である。

実施の形態 9 のディスク装置は、前述の実施の形態 1 のモータにヘッド 2 と情報処理器 3 を設けた構成である。ヘッド 2 は、回転しているディスク 1 上の情報信号を再生する信号及びディスク 1 上へ情報信号を記録する信号を出力する。情報処理器 3 は、ヘッド 2 からの出力信号を処理する。なお、実施の形態 9 におけるモータの各々の構成要素の動作については先に述べた実施の形態 1 における動作と同様であるため省略する。

上記のように構成することにより、実施の形態 9 のディスク装置においては、モータに搭載されたディスク 1 においても、余分なセンサを用いずに安定した P W M センサレス起動及び動作を行うことができる。したがって、実施の形態 9 のディスク装置は、低コストで、さらに回転速度を迅速に立ち上げることが可能な、安定した回転を行うことができる。実施の形態 9 のディスク装置は安価な構成で、迅速かつ高精度にディスク 1 からの信号を得ることができ、起動時間の短縮及び誤検出の防止を図ることができる。

また、実施の形態 9 の構成によれば、ノートパソコン等において省エネ動作中にディスク 1 の回転／停止を繰り返すようなディスク装置においては、起動失敗が無く起動時間が短いことによる応答速度の速い動作が可能となる。また、起動時においても P W M 動作を行うことが可能となるため、ディスク装置の起動時における低消費電力化を図ることができる。

なお、実施の形態 9 のディスク装置は実施の形態 1 で説明したモータを用いた構成であるが、本発明のディスク装置としては前述の実施の形態 2 ～ 8 において説明したモータを用いてディスク装置を構成してもよく、このように構成することにより本発明のディスク装置は実施の形態 2 ～ 8 のモータが有する効果を奏す

るものとなる。

前述の各実施の形態において、ディスク 1 及びロータ 10 の状態判定は位置検出パルス信号 F G を用いて判定を行う構成で説明したが、本発明はこのような構成に限定されるものではなく、その他の構成によりディスク 1 及びロータ 10 の状態判定を行ってもよい。

以上、実施の形態について詳細に説明したところから明らかなように、本発明は次の効果を有する。

本発明のモータによれば、起動初期状態にオン区間で位置検出を行い、さらに位置信号を論理的に反転した信号を位置検出手段の出力信号として通電制御に用いるので、PWM 動作時の誘導電圧に依存する起動不良を防止した安定した PWM センサレス起動が可能となる。

また、本発明においては、ロータが PWM 動作時の誘導電圧に影響を受けない状態においては、位置検出手段の出力信号を切換えるよう構成されているため、安定した PWM センサレス動作が可能となる。

さらに、本発明のディスク装置によれば、安定した PWM センサレス起動が可能なモータを搭載しているので、安価な構成で迅速かつ高精度にディスクからの信号を得ることができ、起動時間の短縮及びロータ位置の誤検出の防止が可能となる。

発明をある程度の詳細さをもって好適な形態について説明したが、この好適形態の現開示内容は構成の細部において変化してしかるべきものであり、各要素の組合せや順序の変化は請求された発明の範囲及び思想を逸脱することなく実現し得るものである。

## 請求の範囲

### 1. 本発明に係るモータは、

ロータと、

複数相のコイルと、

複数個の第1の駆動パワートランジスタと複数個の第2の駆動パワートランジスタとを含み、前記複数相のコイルに電力を供給する電力供給手段と、

前記複数相のコイルの端子電圧に応動して前記ロータの回転位置を検出する位置検出手段と、

前記位置検出手段の出力する位置信号に応動して前記電力供給手段による前記複数相のコイルへの通電を制御する通電制御手段と、

速度指令信号を出力する指令手段と、

前記電力供給手段の前記複数個の第1の駆動パワートランジスタと前記複数個の第2の駆動パワートランジスタの少なくとも1個の駆動パワートランジスタを前記速度指令信号に応動して高周波スイッチング動作させるスイッチング動作手段と、を具備し、

前記位置検出手段は、前記コイルの未通電相の端子電圧と前記複数相コイル共通電位の中点電圧との比較出力により得られる電圧比較信号に応動して前記ロータの回転位置を検出する検出信号と前記検出信号の論理を反転して生成された反転検出信号とを切換えて出力する位置検出信号切換手段を備え、

前記高周波スイッチング動作のオン動作中は前記位置検出信号切換手段の出力信号を前記位置信号として用いて構成されている。

2. 請求項1に記載のモータは、前記位置信号に基づいて得られる前記ロータの回転速度が所定回転数を超えているか否かを判定し、前記所定回転数を超えた場合には状態判定信号を出力する状態判定手段を備え、

前記位置検出信号切換手段が、少なくとも1回の前記状態判定信号の入力により、前記ロータの回転位置を検出する検出信号と前記検出信号の論理を反転して生成された反転検出信号との切換えを行うよう構成されている。

3. 請求項 1 に記載のモータは、前記位置検出信号切換手段が、少なくとも 1 回の前記位置信号の入力により、前記ロータの回転位置を検出する検出信号と、前記検出信号の論理を反転して生成された反転検出信号との切換えを行うよう構成されている。

4. 請求項 2 に記載のモータは、前記位置検出信号切換手段が、少なくとも 1 回の前記状態判定信号と少なくとも 1 回の前記位置信号を論理積した信号の入力により、前記ロータの回転位置を検出する検出信号と、前記検出信号の論理を反転して生成された反転検出信号との切換えを行うよう構成されている。

5. 請求項 2 に記載のモータは、前記位置検出信号切換手段が、前記高周波スイッチング動作の有無を判定するスイッチング動作判定手段を備え、

少なくとも 1 回の前記高周波スイッチング動作が行われている場合に前記高周波スイッチング動作判定手段から出力される PWM 動作信号と前記状態判定信号との論理積の PWM 動作状態判定信号の入力により、前記ロータの回転位置を検出する検出信号と、前記検出信号の論理を反転して生成された反転検出信号との切換えを行うよう構成されている。

6. 請求項 2 に記載のモータにおいて、前記スイッチング動作手段は、前記高周波スイッチング動作のオフからオンへの変化時点を含む第 3 の所定時間と、前記高周波スイッチング動作のオンからオフへの変化時点を含む第 4 の所定時間とをマスク信号として出力するよう構成されている。

7. 請求項 5 に記載のモータは、通電開始状態から第 1 の所定時間内に速度指令信号に応動した前記 PWM 動作信号が出力されない場合に、少なくとも 1 回の前記高周波スイッチング動作を第 2 の所定時間内に強制的に行わせる強制高周波スイッチング手段を備え、

前記第 2 の所定時間が前記状態判定信号が出力されるまでに設定されている。

8. 請求項1に記載のモータは、前記位置検出手段が、前記複数相のコイルの端子電圧と、前記複数相のコイルの中性点電圧または前記複数相のコイルの端子電圧から擬似的に構成した中性点電圧とを直接比較することにより前記ロータの回転位置を検出するよう構成されている。

9. 請求項2に記載のモータは、前記位置検出手段が、前記複数相のコイルの端子電圧と、前記複数相のコイルの中性点電圧または前記複数相のコイルの端子電圧から擬似的に構成した中性点電圧とを直接比較することにより前記ロータの回転位置を検出するよう構成されている。

10. 請求項3に記載のモータは、前記位置検出手段が、前記複数相のコイルの端子電圧と、前記複数相のコイルの中性点電圧または前記複数相のコイルの端子電圧から擬似的に構成した中性点電圧とを直接比較することにより前記ロータの回転位置を検出するよう構成されている。

11. 請求項4に記載のモータは、前記位置検出手段が、前記複数相のコイルの端子電圧と、前記複数相のコイルの中性点電圧または前記複数相のコイルの端子電圧から擬似的に構成した中性点電圧とを直接比較することにより前記ロータの回転位置を検出するよう構成されている。

12. 請求項5に記載のモータは、前記位置検出手段が、前記複数相のコイルの端子電圧と、前記複数相のコイルの中性点電圧または前記複数相のコイルの端子電圧から擬似的に構成した中性点電圧とを直接比較することにより前記ロータの回転位置を検出するよう構成されている。

13. 請求項6に記載のモータは、前記位置検出手段が、前記複数相のコイルの端子電圧と、前記複数相のコイルの中性点電圧または前記複数相のコイルの端子電圧から擬似的に構成した中性点電圧とを直接比較することにより前記ロータ

の回転位置を検出するよう構成されている。

14. 請求項7に記載のモータは、前記位置検出手段が、前記複数相のコイルの端子電圧と、前記複数相のコイルの中性点電圧または前記複数相のコイルの端子電圧から擬似的に構成した中性点電圧とを直接比較することにより前記ロータの回転位置を検出するよう構成されている。

15. 本発明に係るディスク装置は、

少なくとも、ディスクから信号再生を行う、または、ディスクに信号記録を行うヘッド手段と、

少なくとも、前記ヘッド手段の出力信号を処理して再生情報信号を出力する、または、記録情報信号を信号処理して前記ヘッド手段に出力する情報処理手段と、前記ディスクを直接的に回転駆動させるロータと、複数相のコイルと、

複数個の第1の駆動パワートランジスタと複数個の第2の駆動パワートランジスタとを含み、前記複数相のコイルに電力を供給する電力供給手段と、

前記複数相のコイルの端子電圧に応動して前記ロータの回転位置を検出する位置検出手段と、

前記位置検出手段の出力する位置信号に応動して前記電力供給手段による前記複数相のコイルへの通電を制御する通電制御手段と、

速度指令信号を出力する指令手段と、

前記電力供給手段の前記複数個の第1の駆動パワートランジスタと前記複数個の第2の駆動パワートランジスタの少なくとも1個の駆動パワートランジスタを前記速度指令信号に応動して高周波スイッチング動作させるスイッチング動作手段と、を具備し、

前記位置検出手段は、前記コイルの未通電相の端子電圧と前記複数相コイル共通電位の中点電圧との比較出力により得られる電圧比較信号に応動して前記ロータの回転位置を検出する検出信号と、前記検出信号の論理を反転して生成された反転検出信号とを切換えて出力する位置検出信号切換手段を備え、

前記高周波スイッチング動作のオン動作中は前記位置検出信号切換手段の出力信号を前記位置信号として用いるよう構成されている。



## 要約書

本発明のモータ及びディスク装置においては、位置検出器 30 が検出信号切換え回路 39 A とノイズ除去回路 38 と検出回路 39 B を含んで構成されており、検出信号切換え回路 39 A が起動開始から所定の回転速度に達するか、もしくは所定回数の位置検出パルス信号 F G を検出するまで検出信号を論理的に反転した反転検出信号を出力するよう構成されており、PWM のオン動作中にのみ位置検出動作を行わせて PWM センサレス起動させている。